

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-045667

(43)Date of publication of application : 18.02.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/042

(21)Application number : 04-138616

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 29.05.1992

(72)Inventor : SEKIGUCHI HIROSHI

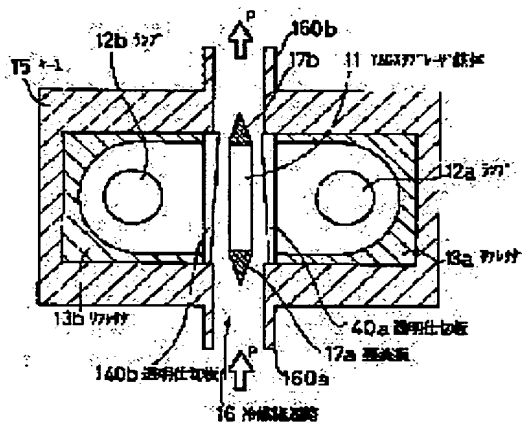
## (54) SOLID LASER DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a solid laser device which does not generate any temperature distribution in a solid laser medium even if a temperature difference is produced in a refrigerant by reducing the channel sectional area of a region cooling the solid laser medium at a downstream side as compared with that at an upstream side.

**CONSTITUTION:** A surface of transparent screening plates 140a and 140b opposing lamps 12a and 12b is nearly in parallel with the surface of a YAG slab laser medium 11 and that opposing the surface of a medium 11 is inclined so that the thickness is increased from an upstream side toward a downstream side. Then, the channel sectional area of a region cooling the medium 11 of a refrigerant circulation path 16 is reduced at the downstream side and a cooling water is delivered from a refrigerant delivery port 160b through a channel which is formed by the rear and front surfaces of the medium 11 and the transparent screening plates 140a and 140b.

Therefore, when the ratio of sectional area between the upstream and downstream sides is set properly, the amount of cooling can be made equal at the upstream and downstream sides, thus cooling the solid laser medium without generating a non-uniform temperature distribution.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-45667

(43)公開日 平成6年(1994)2月18日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 S 3/042		8934-4M	H 0 1 S 3/ 04	L

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-138616

(22)出願日 平成4年(1992)5月29日

(71)出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72)発明者 関口 宏

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(74)代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 固体レーザー装置

(57)【要約】

【目的】固体レーザー媒体に不均一な温度分布を生じさせないように冷却する。

【構成】固体レーザー媒体を冷却する冷媒流通路における固体レーザー媒体を冷却する領域の流路断面積を上流側に比較して下流側を小さくしたことにより、冷媒の流速を上流側より下流側が大きくなるようにして上流側と下流側における冷媒の温度差に基づく冷却度合いの相違を相殺し、これにより、固体レーザー媒体に冷却に基づく不均一な温度分布が生じないようにした。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体レーザー媒体と、この固体レーザー媒体を励起する励起光源と、前記固体レーザー媒体を冷却する冷媒を流通させる冷媒流通路とを有する固体レーザー装置において、

前記冷媒流通路における前記固体レーザー媒体を冷却する領域の流路断面積を上流側に比較して下流側を小さくしたことを特徴とする固体レーザー装置。

【請求項2】 請求項1に記載の固体レーザー装置において、

前記固体レーザー媒体が、略長尺板状をなしたスラブレザー媒体であり、

前記冷媒流通路が、前記スラブレザー媒体の幅方向にそって冷媒を流通させるものであることを特徴とした固体レーザー装置。

【請求項3】 請求項1に記載の固体レーザー装置において、

前記冷媒流通路が、前記固体レーザー媒体の長手方向にそって冷媒を流通させるものであることを特徴とした固体レーザー装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、固体レーザー媒体を用いたレーザー発振器や光増幅器等の固体レーザー装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の固体レーザー装置としては、例えば、特開平2-201980号公報に記載されたものが知られている。図10はこの従来の固体レーザー装置たるYAGスラブレザー装置の主要部の概略構成を示す部分断面図である。

【0003】 図10において、符号11は長尺板状をなしたYAGスラブレザー媒体である。図10はこのYAGスラブレザー媒体11の長手方向に直交する面で切断した部分断面図である。このYAGスラブレザー媒体11の表裏の面に対向する部位にはそれぞれ励起光源たるランプ12a、12bが配置されており、これらランプ12a、12bの周囲にはリフレクタ13a、13bがそれぞれ設けられている。また、ランプ12a、12bと、YAGスラブレザー媒体11の表裏の面との間にはガラス製の透明仕切板14a、14bがそれぞれ介在されている。そして、これらYAGスラブレザー媒体11、ランプ12a、12b、リフレクタ13a、13b及び透明仕切板14a、14bは、ケース105に収納されているとともに、YAGスラブレザー媒体11の表裏の面と透明仕切板14a、14bとの間にYAGスラブレザー媒体11を冷却する冷媒たる冷却水を流通させる冷媒流通路16が形成されている。この冷媒流通路16は、図10の矢印pで示されるように、YAGスラブレザー媒体11の幅方向における一方の端部から他方の

端部に向かって冷却水を流通させるものである。なお、YAGスラブレザー媒体11の幅方向における両側部には断熱部材を兼ねた整流板17a、17bが取り付けられている。また、実際にはランプ12a、12bも水冷されるが、図10ではその点の構成等は省略してある。

【0004】 また、固体レーザー媒体として、上述のスラブレザー媒体以外のロッド状や管状のYAG等の結晶やレーザーガラスを用いた固体レーザー装置においては、通常光軸方向に沿って冷却水等の液体、空気、ガス等の冷媒を流してレーザー媒体の冷却を行っている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述の従来のYAGスラブレザー装置においては、冷媒流通路16の下流側における冷却水は、上流側でYAGスラブレザー媒体11を冷却して既に温まった冷却水である。このため、必然的に下流側の冷却度合いが上流側に比較して小さくなり、その結果、YAGスラブレザー媒体11にこの冷却度合いの相違による幅方向の温度分布が生ずるという問題があった。このような温度分布は、冷却水の流速を上げることで緩和はされるが、冷却水を循環させるポンプの噴出圧力には限度があり、また配管やランプハウス等の耐圧能力にも限度があるため冷却水の流速を上げることだけでは解決できない問題である。このようにスラブの幅方向に不均一な温度分布が発生すると、励起入力によってレーザービームの出射方向が変化したり、横モードが不安定になったり、あるいは、発振効率が低下することになる。このため、このYAGスラブレザー装置を、例えば、金属の切断加工、溶接加工、穴あけ加工などに用いる大出力のレーザー発振装置に用いた場合には、加工位置、加工幅、加工深さなどが変化し、高精度の加工が難しくなるという不都合が生じていた。また、例えば、このYAGスラブレザー装置を、レーザービームの出射方向や横モードに高い安定性を必要とする電気部品のトリミングや波長変換用のレーザー装置として用いる場合にも十分な安定性が得られないという問題があった。

【0006】 このような事情は、固体レーザー媒体として、スラブレザー媒体以外のロッド状や管状のYAG等の結晶やレーザーガラスを用いた固体レーザー装置においても同様であった。

【0007】 本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、固体レーザー媒体を冷却する冷媒を流通させる冷媒流通路の上流側と下流側とにおける冷媒に温度差が生じて固体レーザー媒体に温度分布が生じないようにした固体レーザー装置を提供することを目的としたものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決するために、本発明にかかる固体レーザー装置は、(1) 固体レーザー媒体と、この固体レーザー媒体を励起する励起光源

と、前記固体レーザ媒体を冷却する冷媒を流通させる冷媒流通路とを有する固体レーザ装置において、前記冷媒流通路における前記固体レーザ媒体を冷却する領域の流路断面積を上流側に比較して下流側を小さくしたことを特徴とする構成とした。

【0009】また、この構成1の態様として、(2) 構成1の固体レーザ装置において、前記固体レーザ媒体が、略長尺板状をなしたスラブレザ媒体であり、前記冷媒流通路が、前記スラブレザ媒体の幅方向にそって冷媒を流通させるものであることを特徴とした構成、及び、(3) 構成1の固体レーザ装置において、前記冷媒流通路が、前記固体レーザ媒体の長手方向にそって冷媒を流通させるものであることを特徴とした構成とした。

#### 【0010】

【作用】上述の構成1によれば、冷媒流通路における前記固体レーザ媒体を冷却する領域の流路断面積を上流側に比較して下流側を小さくしたことにより、冷媒の流速が上流側に比較して下流側が大きくなる。ここで、流通する冷媒によって被冷却体を冷却する場合、冷媒と被冷却媒体との温度差が大きいほど、また、冷媒の流速が大きい程、冷却度合いが高くなる。上記構成1の場合には、上流側において冷媒と被冷却媒体との温度差は下流側に比較して大きい流速は小さい。下流側においてははこの逆の関係にある。したがって、上流側と下流側の断面積の比を適切に設定すると、上流側と下流側とでその冷却度合いを等しくすることができる。これにより、固体レーザ媒体に不均一な温度分布を生じさせることなく冷却が可能になる。

【0011】構成2によれば、スラブレザ媒体を長手方向は勿論のこと、幅方向においても不均一な温度分布を生じさせることなく冷却することができ、構成3によれば、冷媒流通路を固体レーザ媒体の長手方向にそって形成した場合において不均一な温度分布を生じさせることなく冷却することが可能となる。

#### 【0012】

##### 【実施例】第1実施例

図2は本発明の第1実施例にかかる固体レーザ装置の要部外観斜視図、図1は図2の1-1線断面図である。以下、これらの図面を参照しながら第1実施例を詳述する。なお、この実施例は、図10に従来例として示した固体レーザ装置と同様に、レーザ媒体としてYAGスラブレザ媒体を用いた場合の例であり、図10の装置と共通する部分が多い。したがって、以下の説明では共通する部分には同一の符号を付してその説明の一部を省略し、本実施例に特徴的な点を中心に説明する。

【0013】この実施例が上述の図10に示される従来例とを異なる点は、従来例における透明仕切板14a、14bのかわりに、厚さを下流側に行くにしたがって徐々に厚くなるようにした透明仕切板140a、140bを

用い、その厚さの差の分だけ冷媒流通路16の流路断面積が下流側に行くにしたがって小さくなるようにした点である。その他の点は上記従来例と同じである。すなわち、この透明仕切板140a、140bはランプ12a、12bと対向する面がYAGスラブレザ媒体11の表面と略平行な面となっているが、YAGスラブレザ媒体11の表面と対向する面は、上流側から下流側に行くにしたがって厚さが増すように傾斜面となっている。これにより、冷媒流通路16におけるYAGスラブレザ媒体11を冷却する領域の流路断面積が上流側に比較して下流側を小さくなるようになっている。冷媒としての冷却水は、冷媒流通路16の上流側に形成された冷媒導入口160aから流入され、YAGスラブレザ媒体11の表裏の面と透明仕切板140a、140bとで形成される流路を通して下流側に形成された冷媒排出口160bを通じて排出される。この場合、YAGスラブレザ媒体11の表裏の面と透明仕切板140a、140bとで形成される流路の断面積は、下流側に行くにしたがって小さくなっているため、冷却水の流速は上流側に比較して下流側が大きくなる。したがって、上流側と下流側の断面積の比を適切に設定すると、上流側と下流側とでその冷却度合いを等しくすることができ、これにより、固体レーザ媒体に不均一な温度分布を生じさせることなく冷却が可能になる。

【0014】ここで、この実施例では、YAGスラブレザ媒体11として、長さ151mm、厚さ6mm、幅20mmのNd:YAGスラブ(Ndドープ量1.0原子%)を用いた。このスラブの長さ方向の両端は、角度約30度の斜面上に仕上げ、スラブ内部において12回全反射をするジグザグの光路をとるようにした。

【0015】ランプ12a、12bとしては、発光長約126mm、内径10mmφのクリプトンフラッシュランプ(米国ILC社製、型番10F5)を用いた。

【0016】リフレクタ13a、13bは、反射効率の高い白色セラミック(三井鉱山(株)製、商品名:マセライト)で構成した。なお、白色セラミックのかわりにアルミその他の金属の表面に金メッキして反射面を形成したものを用いてもよい。

【0017】透明仕切板140a、140bはバイレックスガラスで構成した。ここで、YAGスラブレザ媒体11の表裏の面と透明仕切板140a、140bとで形成される流路の断面が略長方形となるが、上流側のYAGスラブレザ媒体11の端部における表裏の面と透明仕切板140a、140bの表面との間隙が0.8mmになり、下流側のYAGスラブレザ媒体11の端部における表裏の面と透明仕切板140a、140bの表面との間隙を0.3mmになるように設定した。

【0018】ケース15は、YAGスラブレザ媒体11、ランプ12a、12b、リフレクタ13a、13b等を水漏れすることなく保持封止するためにアルミ合金

製（表面はアルマイト処理）とした。

【0019】整流板17a, 17bは、冷却水の流通をスムーズにすると同時にYAGスラブレーザ媒体11の側面を断熱するためにテフロン（ポリテトラフルオロエチレンについてのデュポン社の商標名）で構成した。

【0020】なお、実際には、YAGスラブレーザ媒体11の外にも、ランプ12a, 12b及びリフレクタ13a, 13bも水冷するが、その構成は省略した。また、これらを冷却する冷媒としては純水を用い、この純水を循環式純水冷却装置（冷却能力約20kw、純水流量毎分約40リットル）で循環して流通させるようにしているが、その構成も省略した。さらにはランプ12a, 12bに駆動電力を供給するための高圧電源装置もしくはその制御装置等も省略してある。

【0021】上述の構成の固体レーザ装置は、YAGスラブレーザ媒体11の長手方向の端面（レーザ光の入・出射面）からレーザ光を入射させてこれを増幅する光増幅器として用いることもできるが、レーザ光の入・出射面に対向する部位におけるレーザ光の光路上にレーザ共振器を構成する反射鏡を配置することにより、YAGスラブレーザ共振装置を構成することができる。そこで、この実施例の固体レーザ装置にレーザ共振器を付加してYAGスラブレーザ共振装置を構成し、マルチモード共振させたところ、そのレーザ出力は、電気入力約15kW（150J、100pps）において、約620Wが得られた。このときのレーザ共振効率（レーザ出力／電気入力）は4.1%であった。ここで、図10に示される従来の固体レーザ装置を用いたものでは、スラブの厚さ方向に就いてはジグザグ光路によって光路長が平均化されるために電気入力によらずに比較的安定であるが、スラブの幅方向については電気入力が大きくなるに従い横方向が不安定になったり、レーザの出射方向が変化したり、レーザ共振効率が低下したりする傾向があったが、上記実施例のものでは、電気入力によってレーザ出力を変化させた場合にも常に安定な共振が得られた。このときのレーザ光の出射方向の変動は、スラブの厚さ方向、幅方向ともに0.05mrad以下と、これまでの高出力固体レーザの1/5～1/10程度の値が得られた。

【0022】なお、上記本実施例では、Ndドープ量1.0原子%のYAG結晶製スラブを用いたが、YAG結晶以外にも、GGG、GSGG、YSGG、YSA G、YLF、アレキサンドライト、サファイヤ等のレーザ結晶や燐酸塩系レーザガラス（例えばHOYA（株）製LHG-5、8）、硅酸塩系レーザガラス（例えばHOYA（株）製LSG-91H）等の各種レーザガラスを用いることも勿論可能である。さらにレーザ活性イオンもNdだけに制限されるものではなく、他にEr、Cr、Ho、Tm、Tiを用いてもよい。また、レーザ活性イオンのドープ量や種類の異なるものを用いることも

必要に応じて可能である。

#### 【0023】第2実施例

図3は本発明の第2実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。以下、図3を参照にしながら第2実施例を説明する。なお、この実施例は、第1実施例と共通する部分が多いので、以下の説明では共通する部分に同一の符号を付してその説明を省略し、本実施例に特徴的な点のみを説明する。

【0024】この実施例は、YAGスラブレーザ媒体11の一方の面と透明仕切板140aとの間に形成される流路216aと、YAGスラブレーザ媒体11の他方の面と透明仕切板140bとの間に形成される流路216bとを別個の流路とし、この流路に冷却水を互いに逆方向から流通させるようにしたものである。このため、YAGスラブレーザ媒体11の幅方向における両側面に、第1実施例における整流板17a, 17bのかわりに仕切部材217a, 217bを取り付け、YAGスラブレーザ媒体11の表裏の面に接する流路を分離している。また、ランプ12a対向する部位に設けられた透明仕切板240aは第1実施例と同じ構成としているが、ランプ12b対向する部位に設けられた透明仕切板240bは第1実施例の場合とその厚さの変化関係を逆の関係になるような構成としている。そして、流路216aには冷却水を図3の矢印pで示される方向に流通させ、流路216bにはこれと逆方向のp'方向に冷却水流通させるようにしたものである。これにより、流路216a及び流路216b共に、下流側に行くにしたがって流路の断面積が小さくなるようにしたものである。

【0025】この実施例によっても第1実施例と同様に固体レーザ媒体に不均一な温度分布を生じさせない冷却が可能である。

#### 【0026】第3実施例

図4は本発明の第3実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図、図5は図4におけるV-V線断面図である。以下、これらの図を参照にしながら第3実施例を説明する。なお、図4は図2におけるI-V-I線断面図に相当する断面図である。また、この実施例も第1実施例と共通する部分が多いので、以下の説明では共通する部分に同一の符号を付してその説明を省略し、本実施例に特徴的な点のみを説明する。

【0027】上述の第1及び第2実施例が、固体レーザ媒体の幅方向に沿って冷媒を流通させる例であったのに対して、この実施例は、固体レーザ媒体の長さ方向に沿って冷媒を流通させるようにした例である。そして、その冷媒流通路の固体レーザ媒体を冷却する流域における断面積を上流側に比較して下流側が小さくなるようにしたものである。そのため、第1実施例における透明仕切板140a及び140bのかわりに一定の厚さを有する透明仕切板340a, 340bを用い、これらをYAGスラブレーザ媒体11の表裏の面の長手方向に対してそ

れぞれ斜めになるように設置したものである。これにより、YAGスラブレザ媒体11の一方の面と透明仕切板140aとの間に形成される流路316aと、YAGスラブレザ媒体11の他方の面と透明仕切板140bとの間に形成される流路316bとを別個の流路とすると共に、それぞれの流路に図の矢印p方向に冷却水を流通させたとき、上流側から下流側に行くにしたがって流路の断面積が小さくなるようにしたものである。

【0028】この実施例によれば、固体レーザ媒体の長さ方向に沿って冷媒を流通させるようにした場合に、固体レーザ媒体に長さ方向に不均一な温度分布を生じさせない冷却が可能である。

【0029】なお、この実施例にあつては、図5に示されるように、透明仕切板340a、340bを一定厚さを有する平板体とし、流路断面が略長方形となるようにして、冷媒の流速が流路断面全体に亘ってほぼ一様になるようにしたが、例えば、図6に示されるように、透明仕切板340a、340bのかわりに、幅方向において外方に凸の曲面形状に形成した透明仕切板341a、341bを用いることにより、YAGスラブレザ媒体11の幅方向における中央部を通過する冷媒の流速を両端部における流速より早くすることも可能である。このようにすれば、例えば、高出力を主眼にしてレーザ媒体を励起用ランプで強力に励起したときに励起光の照射強度分布に基づいて生じがちな温度分布を相殺させること等が可能となる。

【0030】また、上述の実施例では、2つの冷媒流路316a、316bに流通させる冷媒の流通方向を同方向にしたが、これは、図7に示したように、互いに逆方向に流通させるようにしてもよい。その場合には、透明仕切板340aのかわりに傾斜方向を逆にした透明仕切板341aを用いるようにすればよい。

#### 【0031】第4実施例

図8は本発明の第4実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。この実施例は、固体レーザ媒体として管状YAGレーザ媒体41を用い、この管状YAGレーザ媒体41の管内側に励起用ランプ42を配置するとともに、この管状YAGレーザ媒体41の内周面と励起用ランプ42との間に管状の透明仕切管44を介在させたものである。これにより、この透明仕切管44の外周面と管状YAGレーザ媒体41の内周面との間に形成される間隙に透明仕切管44の一方の端部（図中左端部）から冷媒を導入した場合、この冷媒が透明仕切管44の他方の端部で折り返されるようにして透明仕切管44の内周面とランプ42の外周面とで形成される間隙に流入し、しかる後、前記冷媒導入端部と同じ側の端部から排出される折り返し方式の冷媒流通路46が形成されるようにしたものである。

【0032】この場合、透明仕切管44の肉厚を一方の端部（図中右端部）に向かうにしたがって厚くなるよう

にし、その厚さの増大分だけ透明仕切管44と管状YAGレーザ媒体41とで形成される通路の断面積が小さくなるようにしている。これによって、冷媒の流速が下流側に行くにしたがって大きくなり、管状YAGレーザ媒体41をその長手方向において均一に冷却することが可能となる。

【0033】なお、図8において、符号43は、管状YAGレーザ媒体41の外周部に設けられたリフレクタであり、符号45はケース、符号45aは冷媒導入口、符号45bは冷媒排出口である。

#### 【0034】第5実施例

図9は本発明の第5実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。この実施例は、固体レーザ媒体としてロッド状YAGレーザ媒体51を用い、このロッド状YAGレーザ媒体51を管状の透明仕切管54内に収納配置し、透明仕切管54の一方の端部（図中右端部）から透明仕切管54内に冷媒を導入し、他方の端部から排出するようにしてロッド状YAGレーザ媒体51を冷却するようにしたものである。この場合、透明仕切管54の肉厚を一方の端部（図中左端部）に向かうにしたがって厚くなるようにし、その厚さの増大分だけ透明仕切管54とロッド状YAGレーザ媒体51とで形成される冷媒流通路56の断面積が小さくなるようにしている。これによって、冷媒の流速が下流側に行くにしたがって大きくなり、ロッド状YAGレーザ媒体51をその長手方向において均一に冷却することが可能となる。

【0035】なお、ロッド状YAGレーザ媒体51及び透明仕切管54はケース55の内部に収納されているとともに、このロッド状YAGレーザ媒体51は、ケース55の内部であつて透明仕切管54の外側に配置された励起用ランプ52によって励起されるようになっている。また、励起用ランプ52の周辺におけるケース55の内周面にはリフレクタ53が形成されているとともに、透明仕切管54の一方の端部は、ケース55に設けられた冷媒導入口55aに、他方の端部は冷媒排出口55bにそれぞれ結合されている。

#### 【0036】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、固体レーザ媒体を冷却する冷媒流通路における固体レーザ媒体を冷却する領域の流路断面積を上流側に比較して下流側を小さくしたことにより、冷媒の流速を上流側より下流側が大きくなるようにして上流側と下流側における冷媒の温度差に基づく冷却度合いの相違を相殺し、これにより、固体レーザ媒体に冷却に基づく不均一な温度分布が生じないようにしたものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図2の1-1線断面図である。

【図2】本発明の第1実施例にかかる固体レーザ装置の要部外観斜視図である。

【図3】本発明の第2実施例にかかる固体レーザ装置の

要部断面図である。

【図4】本発明の第3実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。

【図5】図4におけるV-V線断面図である。

【図6】第3実施例の変形例の要部断面図である。

【図7】第3実施例の変形例の要部断面図である。

【図8】本発明の第4実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。

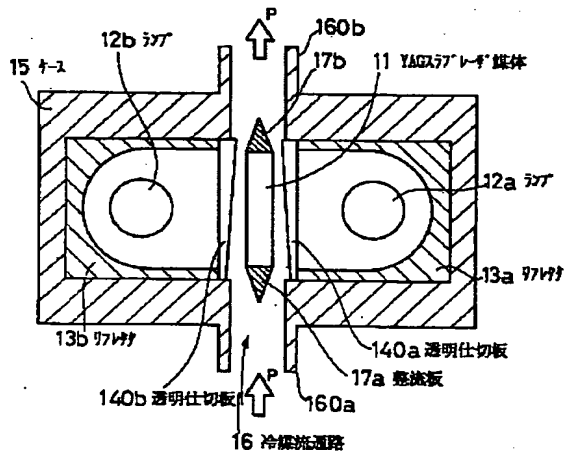
【図9】本発明の第5実施例にかかる固体レーザ装置の要部断面図である。

【図10】従来の固体レーザ装置たるYAGスラブレレーザ装置の主要部の概略構成を示す部分断面図である。

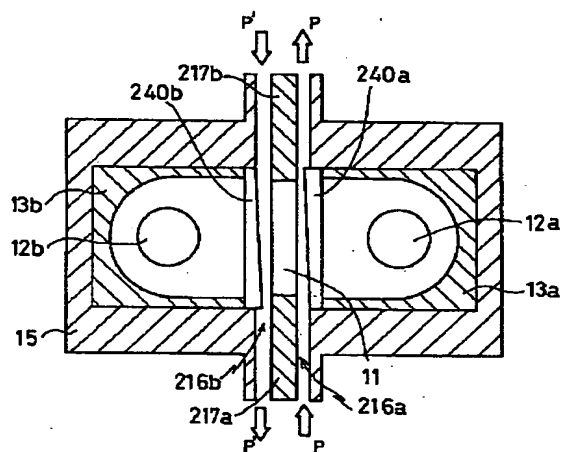
【符号の説明】

11…YAGスラブレレーザ媒体、41…管状YAGレーザ媒体、51…ロッド状YAGレーザ媒体、12a、12b、24、52…ランプ、16、316a、316b、46、56…冷媒流通路、140a、140b、240a、240b、340a、340b、341a、341b…透明仕切板。

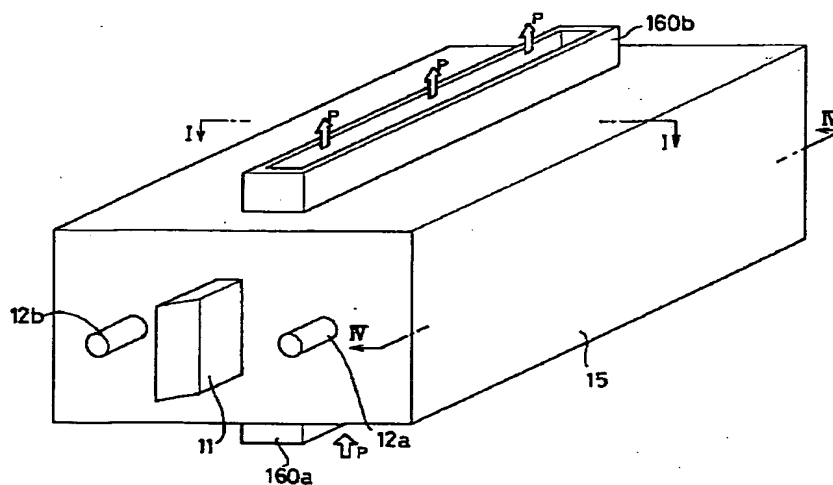
【図1】



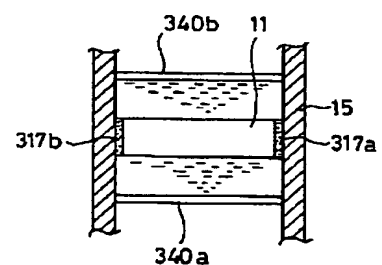
【図3】



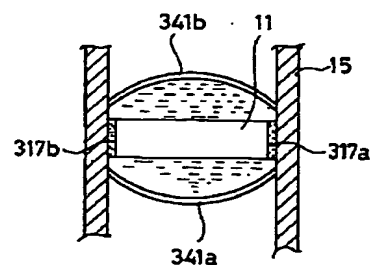
【図2】



【図5】

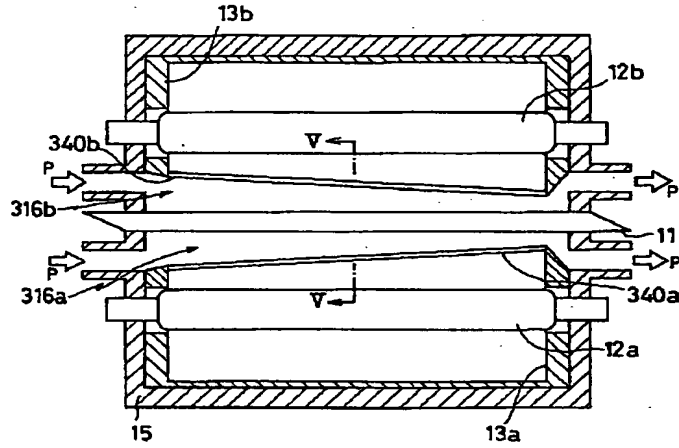


【図6】

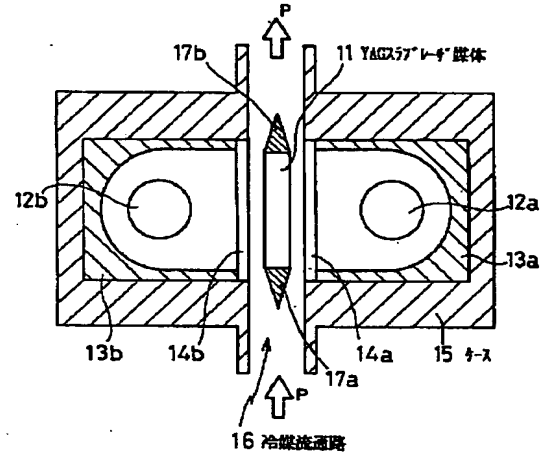




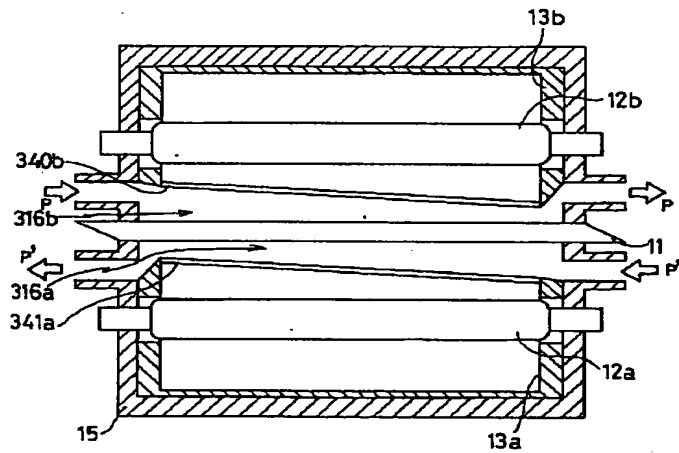
【図4】



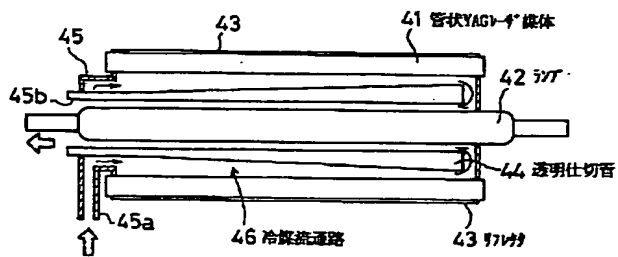
【図10】



【図7】



【図8】



【図9】

